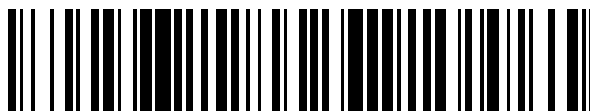


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 308**

51 Int. Cl.:

G05B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2017 PCT/EP2017/076562**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2018 WO18073286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2017 E 17794681 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 3329332**

54 Título: **Procedimiento para determinar puntos de referencia para un plan de ensayo**

30 Prioridad:

20.10.2016 DE 102016120052

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

13.01.2020

73 Titular/es:

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
(100.0%)
Karolinenplatz 5
64289 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**RINDERKNECHT, STEPHAN;
FOULARD, STÉPHANE;
FIETZEK, RAFAEL y
ESSER, ARVED**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 737 308 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar puntos de referencia para un plan de ensayo

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar puntos de referencia de un plan de ensayo para la medición o simulación de magnitudes de ensayo de una máquina de ensayo.

10 En la medición de determinadas propiedades de máquinas de ensayo, como por ejemplo motores de combustión, transmisiones o vehículos completos, pero también en la medición de determinadas características de electromotores, generadores o equipos similares, se emplean planes de ensayo. Por medio de los planes de ensayo deben medirse y registrarse en el menor tiempo posible valores de ensayo de las magnitudes de ensayo especificadas en un amplio rango de variación de parámetros de máquina que influyen en las magnitudes de ensayo. Los planes de ensayo permiten, además, repetir un ensayo para comprobar y validar los resultados del ensayo ya obtenidos. Los planes de ensayo también pueden utilizarse para determinar las propiedades de las máquinas de ensayo sobre la base de un modelo matemático de la máquina de ensayo mediante una simulación.

15 Como magnitudes de ensayo se puede usar cualquier parámetro de la máquina de ensayo. Estos parámetros pueden ser recogidos directamente mediante técnicas de medición o determinados sobre la base de magnitudes registradas por técnicas de medición por medio de modelos matemáticos. Si por ejemplo se quiere medir un vehículo, la magnitud de ensayo puede ser el consumo de combustible del vehículo o, por ejemplo, el nivel de daños de diferentes componentes del vehículo.

20 Los planes de ensayo usados para la medición muestran para cada parámetro de máquina a variar en cada ensayo de la máquina de ensayo, una sucesión de puntos de referencia. La máquina de ensayo es controlada o regulada con ayuda de estos puntos de referencia de tal modo que los diferentes parámetros de funcionamiento asumen, en tiempos relacionados con los puntos de referencia, valores de parámetros de máquina, asimismo relacionados con los puntos de referencia. Cada punto de referencia contiene, pues, tanto una información temporal como un valor de parámetro de máquina. Los puntos de referencia pueden ser, por ejemplo, velocidades de un vehículo de motor que éste debe alcanzar en determinados momentos. La sucesión de los puntos de referencia forma un perfil de velocidad o un trayecto que el vehículo debe recorrer, siempre que se tenga en cuenta la dinámica transversal del vehículo.

Especialmente para calcular el consumo de combustible de vehículos se conocen diferentes planes de ensayo estandarizados. Un plan de ensayo empleado frecuentemente es el denominado ciclo NEDC.

35 El estado de la técnica está representado por numerosos procedimientos para determinar planes de ensayo, eligiéndose usualmente los métodos en función del objetivo que se pretende alcanzar con la medición. Por ejemplo se usan en la medición de las propiedades dinámicas de la máquina de ensayo planes de ensayo que se diferencian fundamentalmente de aquellos planes de ensayo con los que se miden las magnitudes de ensayo bajo condiciones de funcionamiento estáticas. Los procedimientos conocidos para la creación de planes de ensayo se resumen, por ejemplo, bajo las palabras clave "Diseño de ensayos" (Design of Experiments) y "Planificación estadística de ensayos"

45 Además, en algunas áreas es deseable diseñar planes de ensayo, de tal manera que los planes de ensayo representen un perfil de uso real de una máquina de campo. Este es deseable, por ejemplo, al determinar el consumo de combustible de un vehículo de motor, ya que los conocidos ciclos de conducción estandarizados o los planes de ensayo para determinar el consumo de combustible como el NEDC, se basan en curvas de velocidad más bien poco realistas. Además, no se tiene en cuenta la multidimensionalidad, como por ejemplo la consideración simultánea de la velocidad y la temperatura del motor. En este contexto, el estado de la técnica no incluye ningún procedimiento que permita especialmente una creación sencilla y rápidamente adaptable de un plan de ensayo multidimensional que permita reproducir un uso real de la máquina de campo en la máquina de ensayo. DE102004010808 describe un procedimiento para la realización de experimentos de alto rendimiento.

50 Por lo tanto, se considera como objeto de la invención proporcionar un procedimiento para la determinación de los puntos de referencia de un plan de ensayo, describiendo el plan de ensayo un perfil de uso real en la medida de lo posible, aunque en un período de tiempo significativamente más corto del que se puede medir en el uso real.

55 Este objeto se consigue según la invención mediante un método para determinar puntos de referencia de un plan de ensayo para medir o simular magnitudes predefinidas de una máquina de ensayo sobre la base de valores de funcionamiento de las magnitudes de funcionamiento predefinidos mediante una técnica de medición de, por lo menos, una máquina de campo durante su uso previsto, asignándose en una etapa de agregación los valores de funcionamiento medidos a clases según una regla de clasificación predefinida con vista a una o varias magnitudes de funcionamiento seleccionadas, seleccionándose en una etapa de especificación antes o después de la etapa de agregación magnitudes de especificación, representando las magnitudes de especificación por lo menos un subconjunto de las magnitudes de funcionamiento, estableciéndose en una etapa de determinación siguiente a la etapa de agregación, la frecuencia de las clases de funcionamiento para cada clase, y determinándose en una etapa de caracterización siguiente los puntos de referencia del plan de ensayo sobre la base de la frecuencia de las clases

- de funcionamiento, definiéndose los puntos de referencia en la etapa de caracterización de tal manera que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo de los valores de especificación de las magnitudes de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo y asignados a clases según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento de las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación clasificados según la regla de clasificación, según un criterio de optimización especificado. De este modo es posible, por ejemplo, determinar el consumo de combustible de un vehículo de motor sobre la base de planes de ensayo realistas. También puede utilizarse para tener en cuenta, por ejemplo, las diferencias regionales en el uso de los vehículos de motor y los diferentes perfiles de uso de los grupos de compradores de determinados vehículos de motor al determinar el consumo de combustible. Sin embargo, el uso de planes de ensayo que reflejen el uso real de la máquina de campo también puede utilizarse, por ejemplo, para diseñar componentes de máquinas nuevas, ya que de esta manera se puede determinar el ciclo de vida completo de los nuevos componentes instalados en la máquina de ensayo sobre la base de perfiles de uso reales.
- 5
- 10
- 15 Según la invención, la máquina de ensayo puede ser, por ejemplo, un vehículo de motor de nuevo desarrollo. La por lo menos una máquina de campo, por ejemplo, puede ser un vehículo de serie utilizado en el tráfico normal y comparable a la máquina de ensayo. Según la invención, la magnitud de ensayo puede ser, por ejemplo, un consumo de combustible relacionado con un viaje de 100 km. Las magnitudes de funcionamiento son, como mínimo, las magnitudes de funcionamiento del vehículo de motor que determinan decisivamente el consumo de combustible, como la velocidad del vehículo, la aceleración del vehículo, la marcha seleccionada, etc. Ventajosamente, los valores de funcionamiento de estas magnitudes de funcionamiento se registran continuamente durante el uso del vehículo de motor y/o se determinan sobre la base de magnitudes de medición registradas por medio de técnicas de medición y procesadas con ayuda de modelos matemáticos.
- 20
- 25 Los valores de funcionamiento determinados directamente por medición o con ayuda de modelos matemáticos basados en valores medidos, se clasifican de acuerdo con una o más magnitudes de funcionamiento seleccionadas. Por ejemplo, los valores de funcionamiento de las magnitudes de funcionamiento utilizadas para medir el consumo de combustible de un vehículo de motor, como las velocidades reales de circulación, se asignan a clases individuales como 0-30 km/h, 31-50 km/h, 51-100 km/h y > 100 km/h. En la etapa de determinación, se determina la frecuencia para cada una de las clases con las que se registró previamente el rango de velocidades respectivo.
- 30
- Sobre la base de estos valores de frecuencia, el plan de ensayo o los puntos de referencia del plan de ensayo se determinan de tal manera que la frecuencia relativa de las clases de ensayo de los valores de especificación de las magnitudes de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo y asignados a clases según las reglas de clasificación, correspondan en lo posible a las correspondientes frecuencias relativas de clases de funcionamiento.
- 35
- De esta manera, se puede determinar un plan de ensayo con el cual se abordan velocidades que correspondan relativamente a la misma frecuencia con la que los valores de funcionamiento determinados realmente corresponden a la clase de 31-50 km/h y la clase de 0-30 km. La frecuencia de la clase de ensayo se determina ventajosamente con la ayuda de un modelo matemático de la máquina de ensayo. Sin embargo también es posible y está previsto en la invención determinar la frecuencia de clase de ensayo mediante la realización de ensayos con la máquina de ensayo.
- 40
- 45 Si el plan de ensayo se determina sobre la base de los valores de funcionamiento de una sola máquina de campo, el consumo de combustible de la máquina de ensayo, por ejemplo, puede determinarse ventajosamente de forma individual para cada cliente y tener en cuenta el comportamiento de conducción de cada cliente. Si el objetivo de la medición, sin embargo, es determinar las magnitudes de ensayo para un uso previsto de la máquina de campo independiente de las máquinas de campo individuales, está previsto ventajosamente que los valores de funcionamiento se registren en un gran número de máquinas de campo.
- 50
- El plan de ensayo determinado con la ayuda del método según la invención también puede ser utilizado ventajosamente para la optimización de estrategias de funcionamiento de una máquina de ensayo con la ayuda de perfiles de utilización representativos y para la parametrización óptima de los componentes de una máquina de ensayo.
- 55
- En particular, si las magnitudes de especificación ya se conocen antes de la determinación de las magnitudes de funcionamiento, está previsto ventajosamente que las magnitudes de especificación correspondan a las magnitudes de funcionamiento seleccionadas. De esta manera, el esfuerzo requerido para la determinación de los valores de funcionamiento puede reducirse, ya que solo tienen que determinarse los valores de funcionamiento para las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación.
- 60
- Según la invención, está previsto alternativamente que todos los valores de funcionamiento relevantes para las máquinas de campo sean determinados continuamente y transferidos a una base de datos central una vez o en intervalos regulares. De este modo, las magnitudes de especificación pueden seleccionarse de forma flexible en un momento posterior a partir de las magnitudes de funcionamiento registradas y, así, la selección puede adaptarla a
- 65

los requisitos respectivos.

También es posible y está previsto en la invención que en lugar de transferir los valores de funcionamiento, solo se transfieran los valores de frecuencia de los valores de funcionamiento ya clasificados a la base de datos central. De este modo, la cantidad de datos a transferir puede reducirse significativamente. La etapa de agregación ya tiene lugar, por ejemplo, en una unidad de control de las distintas máquinas de campo. De esta manera, también se protege la privacidad de las personas que utilizan la máquina de campo, ya que sólo se almacenan y reutilizan los datos agregados. Es también posible y está previsto en invención que el procedimiento entero sea llevado a cabo en una unidad de control de una máquina de campo.

En la invención está previsto ventajosamente sobrescribir y/o borrar los valores de funcionamiento inmediatamente después de la etapa de agregación. Dado que los valores de funcionamiento no se almacenan, se puede proteger especialmente bien la privacidad de las personas que utilizan la máquina de campo.

Para poder adaptar el plan de ensayo determinado con el método según la invención lo mejor posible al perfil de uso real, está previsto en la invención que en la etapa de agregación se determinen frecuencias de transición para una o varias magnitudes de funcionamiento clasificadas, siendo una frecuencia de transición el número de cambios de una magnitud de funcionamiento o de varias magnitudes de funcionamiento de una clase a otra, y determinándose en la etapa de caracterización los puntos de referencia del plan de ensayo sobre la base de la frecuencia de la clase de funcionamiento y de las frecuencias de transición, definiéndose los puntos de referencia en la etapa de caracterización de tal modo que quede minimizada una desviación de frecuencias de transición de ensayos para las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación según el criterio de optimización especificado, siendo una frecuencia de transición de ensayo el número de cambios de una magnitud o varias magnitudes de especificación de una clase a otra clase. De esta manera se puede tener en cuenta la influencia de la frecuencia de los cambios del punto de funcionamiento en las magnitudes de ensayo al determinar el plan de ensayo.

Mediante el uso de las frecuencias de transición se puede tener en cuenta en el plan de ensayo descrito anteriormente a modo de ejemplo, además de la frecuencia de la velocidad v abordada, con qué frecuencia y entre qué clases cambia la velocidad de circulación. De este modo, también se tiene en cuenta adicionalmente cuánto tiempo se mantienen normalmente las magnitudes de funcionamiento en las clases respectivas antes de abordar un nuevo valor de funcionamiento asignado a otra clase. Además, también es posible mediante la consideración de acuerdo con la invención de varias magnitudes de funcionamiento, tener en cuenta frecuencias de transición para el cambio de varias magnitudes de funcionamiento de una clase o una combinación de clases a otra. Una combinación de clases son las clases de las magnitudes de funcionamiento tenidas en cuenta, a las que se asignan los valores de funcionamiento en el estado respectivo.

También es posible y está previsto en la invención que en la etapa de agregación se determinen posibilidades de transición para una o más magnitudes de funcionamiento clasificadas, siendo una posibilidad de transición una transición cuya frecuencia de transición es mayor que cero, siendo una frecuencia de transición el número de cambios de una magnitud o varias magnitudes de funcionamiento de una clase a otra, determinándose los puntos de referencia del plan de ensayo en la etapa de caracterización sobre la base de la frecuencia de clases de funcionamiento y de las posibilidades de transición, determinándose los puntos de referencia en la etapa de caracterización de tal modo que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo sobre la base del plan de ensayo de los valores de especificación de las magnitudes de especificación determinados y asignados a clases según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento de las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación clasificados según la regla de clasificación, según el criterio de optimización especificado, y que el plan de ensayo solo comprenda aquellas transiciones de ensayo registradas por las posibilidades de transición, siendo las transiciones de ensayo todos los cambios de una o varias magnitudes de especificación de una clase a otra a clase. De esta manera se puede crear un plan de ensayo sobre la base de las frecuencias de las clases de funcionamiento que comprenda exclusivamente las transiciones registradas y existentes magnitudes de funcionamiento y que, por lo tanto, son físicamente posibles.

Para determinar los puntos de apoyo del plan de ensayo, está previsto ventajosamente determinar los puntos de apoyo del plan de ensayo en la etapa de clasificación con ayuda de un proceso de cadenas de Markov sobre la base de las frecuencias de clases de funcionamiento y de las frecuencias de transición. Con ayuda de los procesos de cadenas de Markov, las clases pueden seleccionarse sobre la base de las frecuencias determinadas en las que se encuentran las magnitudes de especificación del siguiente punto de referencia del plan de ensayo, comprendiendo el plan de ensayo creado con ayuda del proceso de cadenas de Markov frecuencias de clases de ensayo y frecuencias de transición de ensayo que, con un plan de ensayo suficientemente largo o con un plan de ensayo con un número suficiente de puntos de referencia, pueden aproximarse fuertemente o corresponder a las frecuencias de clases de funcionamiento y, en especial, a las frecuencias de transición.

Para poder determinar fácilmente, por ejemplo, planes de ensayo para diferentes requisitos de ensayo, está previsto en la invención determinar los puntos de referencia de un plan de ensayo inicial en la etapa de clasificación con

- ayuda de un proceso de cadenas de Markov sobre la base de las frecuencias de clases de funcionamiento y las frecuencias de transición. El plan de ensayo inicial se determina del mismo modo con ayuda del proceso de cadenas de Markov, tal como se describió en el ejemplo precedente. Sin embargo, el plan de ensayo inicial comprende un número particularmente elevado de puntos de referencia y sirve como base para la posterior creación de uno o más planes de ensayo. Ventajosamente, el plan de ensayo inicial comprende 3 a 4 veces más lugares de referencia que el plan de ensayo a determinar sobre la base del plan de ensayo inicial y de modo especialmente ventajoso, 10 veces más lugares de referencia.
- Para determinar diferentes planes de ensayo a partir del plan de ensayo inicial está previsto según la invención que en la etapa de caracterización que sigue a la determinación del plan de ensayo inicial, el plan de ensayo inicial se divide mediante un procedimiento de segmentación, en segmentos del plan de ensayo inicial. Los segmentos del plan de ensayo inicial pueden entonces combinarse en uno o más planes de ensayo nuevos con la ayuda de un procedimiento adecuado, ventajosamente con un procedimiento aleatorio.
- De acuerdo con la invención está previsto ventajosamente que para la segmentación se especifique para al menos una magnitud de especificación inicial del plan de ensayo inicial por lo menos un valor de estado y que los segmentos del plan de ensayo inicial se generen de tal forma que cada primer y último valor de especificación inicial de cada una de las magnitudes de especificación inicial para las que se predefinió al menos un valor de estado, tenga el valor de estado respectivo. De este modo se puede lograr, entre otras cosas, que los planes de ensayo elaborados a partir de los segmentos del plan de ensayo inicial tengan un recorrido de señal continuo y no haya transiciones indeseadas y, en particular, que no produzcan transiciones que no estén contenidas en las posibilidades de transición, entre los puntos de referencia sucesivos en los lugares en los que se combinaron entre sí o confeccionaron diferentes segmentos del plan de ensayo inicial.
- De acuerdo con la invención está previsto ventajosamente que para la segmentación de al menos dos magnitudes de especificación iniciales del plan de ensayo inicial, se especifique en cada caso por lo menos un valor de estado y que los segmentos del plan de ensayo inicial se generen de tal forma que cada primer y último valor de especificación de cada magnitud de especificación para la cual se predefinió por lo menos un valor de estado tenga el valor de estado respectivo. De esta manera, se pueden crear fácilmente planes de ensayo multidimensionales utilizando el método según la invención. Mediante semejante segmentación se pueden generar segmentos del plan de ensayo inicial multidimensionales, haciendo posible una transición continua entre los segmentos del plan de ensayo inicial en los planes de ensayo generados sobre la base de estos segmentos del plan de ensayo en todas las dimensiones. Por ejemplo se utilizan para la determinación de un plan de ensayo para la medición de un vehículo de motor como magnitudes de funcionamiento la velocidad de circulación y la aceleración de las máquinas de campo y se asignan a clases los respectivos valores de funcionamiento en la etapa de agregación y se determinan las frecuencias de transición. A continuación se elabora un plan de ensayo inicial con la ayuda del método de cadenas de Markov.
- Este plan de ensayo inicial se segmenta utilizando el método de segmentación, generándose los segmentos del plan de ensayo inicial de tal modo que cada primer y último valor de ensayo inicial de cada magnitud de especificación inicial para la cual se ha especificado al menos un valor de estado, tenga el valor de estado correspondiente. Por ejemplo se especifican para la segmentación valores de estado tanto para la aceleración como para la velocidad.
- Una segmentación puede tener lugar, por ejemplo, si en el plan de ensayo inicial tanto la velocidad como la aceleración comprenden una de las combinaciones especificadas de los valores de estado para la velocidad y la aceleración. Por ejemplo se segmenta el plan de ensayo inicial en aquellos lugares donde la velocidad y la aceleración es cero y segmentado en los lugares en los que la velocidad es de 10 km/h y la aceleración es cero.
- Las combinaciones de los valores de estado para la segmentación se especifican ventajosamente teniendo en cuenta las frecuencias de las clases de funcionamiento, seleccionándose ventajosamente las combinaciones de los valores de estado de aquellas clases que comprenden frecuencias de clases de funcionamiento comparativamente elevadas. De este modo se pueden crear numerosos segmentos del plan de ensayo inicial.
- De acuerdo con la invención está previsto ventajosamente crear planes de ensayo multidimensionales con ayuda del procedimiento según la invención. De acuerdo con la invención, la segmentación se lleva a cabo con el método de segmentación también en varias dimensiones o con respecto a varios valores de especificación.
- Para determinar uno o más planes de ensayo sobre la base de los segmentos del plan de ensayo inicial determinados, en la invención está previsto compilar posteriormente los segmentos del plan de ensayo inicial con un procedimiento aleatorio que se minimice el criterio de optimización especificado.
- En el caso de un diseño particularmente ventajoso del procedimiento de acuerdo con la invención, está previsto elaborar posteriormente numerosos planes de ensayo candidatos a partir de los segmentos del plan de ensayo inicial con al menos un procedimiento aleatorio y que los planes de ensayo candidatos sean posteriormente evaluados con respecto al criterio de optimización y el plan de ensayo candidato sea seleccionado como plan de ensayo que minimiza el criterio de optimización. De esta manera se pueden crear planes de ensayo candidatos

adecuados a partir de los segmentos de planes de ensayo iniciales existentes con respecto a los diferentes requisitos de los planes de ensayo y seleccionar de estos planes de ensayo candidatos el mejor o los mejores planes de ensayo, es decir, planes de ensayo que minimizan en la medida de lo posible el criterio de optimización.

- 5 Para determinar los puntos de referencia del plan de ensayo está previsto ventajosamente determinar en una etapa de evaluación de ensayos antiguos sobre la base de planes de ensayo antiguos existentes, los valores de funcionamiento de ensayos antiguos de las magnitudes de funcionamiento de ensayos antiguos, constituyendo los valores de funcionamiento de los ensayos antiguos los valores de funcionamiento y asignándose a las clases según la regla de clasificación, y determinando los puntos referencia en la etapa de caracterización a partir de secciones de los planes de ensayo antiguos, seleccionándose las secciones de tal modo que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo de los valores de ensayo determinados sobre la base del plan de ensayo y asignados a clases según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento de ensayos antiguos clasificados en clases según la regla de clasificación, según el criterio de optimización especificado. De esta manera el nuevo plan de ensayo puede elaborarse con secciones de uno o varios planes de ensayo antiguos.

Ventajosamente está previsto en la invención que la determinación de las secciones de los planes de ensayo antiguos se realice con un procedimiento de segmentación como el que se ha descrito anteriormente.

- 20 De acuerdo con la invención está previsto ventajosamente que los valores de funcionamiento de ensayos antiguos sean determinados en una máquina de ensayo antigua comparable a la máquina de ensayo. De esta forma se puede conseguir que los valores de los valores de los parámetros de la máquina asignados a los puntos de referencia también puedan ser alcanzados y abordados por la máquina de ensayo.

- 25 De acuerdo con la invención está previsto ventajosamente que los valores de funcionamiento de ensayos antiguos sean determinados mediante técnicas de medición. A este efecto se utilizan ventajosamente los registros de las antiguas magnitudes de funcionamiento de los ensayos antiguos registradas durante mediciones reales.

- 30 Sin embargo, también es posible y está previsto en la invención que los valores de funcionamiento de ensayos antiguos sean determinados por un modelo matemático de la máquina de ensayo o la máquina de ensayo antigua. De esta manera puede reducirse significativamente el esfuerzo necesario para determinar los valores de funcionamiento de ensayos antiguos y también utilizarse los planes de ensayo antiguos para determinar los puntos de referencia del plan de ensayo, para los cuales no se dispone de magnitudes de funcionamiento realmente determinadas.

- 35 Ventajosamente está previsto en la invención que los valores de ensayo sean determinados por un modelo matemático de la máquina de ensayo. A este efecto se procesan ventajosamente en el modelo matemático los parámetros de funcionamiento de la máquina de ensayo registrados con técnicas de medición durante la medición con el plan de ensayo.

- 40 Más diseños ventajosos del procedimiento según la invención se explican con más detalle mediante ejemplos de ejecución mostrados en el dibujo.

Se muestra:

- 45 La figura 1 muestra un diagrama de flujo esquemático del procedimiento según la invención

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de la etapa de agregación

- 50 La Figura 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de la etapa de caracterización usando planes de ensayo antiguos

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo esquemático de la etapa de caracterización usando un plan de ensayo estándar parametrizable

- 55 La Figura 5 muestra una representación esquemática de la relación entre las frecuencias de clases de funcionamiento y las frecuencias de transición, y

la Figura 6 muestra una representación esquemática del desarrollo de un procedimiento de segmentación.

- 60 La Fig. 1 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo del método basado en el procedimiento de la invención 1. En una etapa de agregación 2 se asignan valores de funcionamiento 3 determinados mediante tecnologías de medición de al menos una máquina de campo a clases 4 según una regla de clasificación especificada. En una etapa de especificación 5 siguiente a la etapa de agregación 2, se seleccionan magnitudes de especificación. Las magnitudes de especificación son magnitudes de funcionamiento de la máquina de ensayo que tienen una influencia significativa en las magnitudes de ensayo y que, por lo tanto, deben variarse en la medición de la máquina de

ensayo de acuerdo con el plan de ensayo que se determine.

5 A continuación, en una etapa de determinación 6, se determina la frecuencia de la clase de funcionamiento para cada clase 4 en la que los valores de funcionamiento 3 fueron previamente clasificados. Sobre la base de las frecuencias de clases de funcionamiento 7 determinadas de este modo, se determina en una etapa de caracterización 8 mediante un procedimiento de optimización adecuado un plan de ensayo 9. La figura 2 muestra esquemáticamente una secuencia de la etapa de agregación 2 que es posible según la invención. En primer lugar se registran con técnicas de medición valores de funcionamiento 3 de las magnitudes de funcionamiento 10 de varias máquinas de campo 11. Las magnitudes de funcionamiento 10 son la velocidad 12 y la aceleración 13 de diferentes vehículos de motor.

15 A continuación, los valores de funcionamiento 3 registrados se asignan a las clases 4 con respecto a la velocidad 12 y la aceleración 13 de acuerdo con una regla de clasificación especificada. Las asignaciones para las máquinas de campo 11 realizadas por separado en cada caso, se combinan y las frecuencias de clases de funcionamiento 7 determinadas de esta manera se almacenan en una base de datos 14. De las frecuencias de funcionamiento 7 se puede obtener la información sobre el tiempo que las máquinas de campo 11 han estado asignadas a las combinaciones de velocidad y aceleración clasificadas.

20 La figura 3 muestra esquemáticamente el desarrollo de una etapa de caracterización 8. Sobre la base de los planes de ensayo antiguos 15 existentes se determinan en la etapa de caracterización 8 los puntos de referencia 16 de un plan de ensayo 9 a partir de las secciones 17 de los planes de ensayo antiguos 15.

25 La figura 4 muestra un diagrama esquemático de la etapa de caracterización 8 utilizando un plan de ensayo estándar 18 parametrizable. El plan de ensayo estándar 18 comprende un desarrollo predefinido de velocidad 12. Tanto los valores de velocidad 19 como los puntos en el tiempo 20 en los que deben alcanzarse los valores de velocidad 19, pueden especificarse en las secciones de variación 21 del plan de ensayo estándar 18. En este ejemplo no se puede especificar un período de tiempo 22 de una sección especificada 23. Sin embargo, también es posible y está previsto en la invención que todos los parámetros sean libremente seleccionables. Mediante un procedimiento de optimización adecuado se adaptan los valores de velocidad 19 y los puntos de tiempo 20 del plan de ensayo estándar 18 de tal modo que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo de valores de especificación de magnitudes de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo 9 y asignados a clases según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento de magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación clasificados según la regla de clasificación, según un criterio de optimización especificado.

Según la invención también es posible determinar alternativamente los puntos de referencia, así como el número de puntos de referencia desde cero utilizando un método de optimización adecuado.

40 La figura 5 muestra una representación esquemática de la relación entre las frecuencias de clase de funcionamiento 7 (H) y las frecuencias de transición 24 (T). En el diagrama, las frecuencias individuales de clase de funcionamiento 7 y las frecuencias de transición 24 están marcadas con un signo de referencia.

45 En una etapa de agregación se registraron con técnicas de medición primeramente los valores de funcionamiento de las magnitudes de funcionamiento 10 de varias máquinas de campo. Las magnitudes de funcionamiento 10 son la velocidad v y la aceleración a de diferentes vehículos de motor.

50 A continuación, los valores de funcionamiento registrados se asignaron a las clases 4 de acuerdo con una regla de clasificación especificada en relación con la velocidad v y la aceleración a . En el diagrama, las clases individuales 4 están marcadas con un signo de referencia.

55 Además se determinaron varias frecuencias de transición 24 para cada clase 4. El diagrama muestra ejemplos de frecuencias de transición T de una clase $H_{3i,5}$. Las frecuencias de transición T indican en dependencia de un cambio de la aceleración Δa y de una velocidad Δv , la frecuencia con que cambian los valores de funcionamiento partiendo de la clase $H_{3i,5}$ en función de los cambios de la aceleración Δa y el cambio de velocidad Δv .

60 La figura 6 muestra esquemáticamente el principio de un procedimiento de segmentación. En una etapa de caracterización se creó un plan de ensayo inicial 25 con la ayuda de un método de cadenas de Markov. Las magnitudes de especificación iniciales 26 del plan de ensayo inicial 25 son una aceleración a y una velocidad v .

65 Sobre la base del plan de ensayo inicial 25, se determinarán los segmentos del plan de ensayo inicial 27. Para la segmentación se especificaron los valores de estado 28 de las magnitudes de especificación iniciales 26. La segmentación se llevará a cabo con una aceleración de $a = 0\text{m/s}^2$ y una velocidad $v = 0\text{km/h}$ o $v = 8\text{km/h}$. En estos puntos ($a = 0\text{m/s}^2$ y $v = 0\text{km/h}$; $a = 0\text{m/s}^2$ y $v = 8\text{km/h}$) se subdivide el plan de ensayo inicial 25 en cada caso. Los puntos de referencia 16 del plan de ensayo inicial 25, que se sitúan entre dos puntos de subdivisión 29, forman juntos un segmento del plan de ensayo inicial 27.

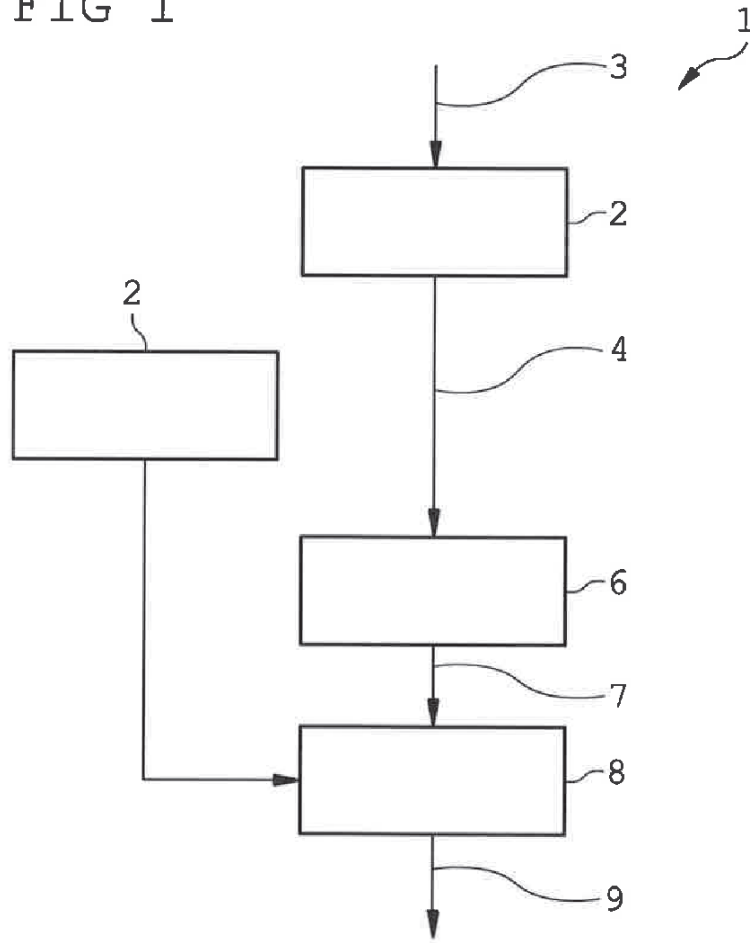
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (1) para determinar puntos de referencia (16) de un plan de ensayo (9) para medir las magnitudes de ensayo predefinidas de una máquina de ensayo sobre la base de valores de funcionamiento predefinidos mediante una técnica de medición (3) de las magnitudes de funcionamiento de, por lo menos, una máquina de campo (11) durante su uso previsto, asignándose los valores de funcionamiento medidos (3), en una etapa de agregación (2), a clases (4) según una regla de clasificación predefinida con vista a una o varias magnitudes de funcionamiento seleccionadas, seleccionándose en una etapa de especificación (5) antes o después de la etapa de agregación (2), magnitudes de especificación, representando las magnitudes de especificación por lo menos un subconjunto de las magnitudes de funcionamiento, estableciéndose en una etapa de determinación (6) siguiente a la etapa de agregación (2), la frecuencia de las clases de funcionamiento (7) para cada clase (4), y determinándose en una etapa de caracterización (8) siguiente, los puntos de referencia (16) del plan de ensayo (9) sobre la base de la frecuencia de las clases de funcionamiento (7), definiéndose los puntos de referencia (16) en una etapa de caracterización (8) de tal manera que quede minimizada una desviación de una frecuencia de clases de ensayo relativa de los valores de especificación de las magnitudes de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo (9) y asignados a clases (4) según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento (3) de las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación determinados según el plan de ensayo (9) y clasificados según la regla de clasificación, según un criterio de optimización especificado.
2. Procedimiento (1) según la reivindicación (1), caracterizado por que los valores de funcionamiento (3) son sobreescritos y/o borrados inmediatamente después de la etapa de agregación (2).
3. Procedimiento (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que los valores de funcionamiento (3) son medidos en una multitud de máquinas de campo (11).
4. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las magnitudes de especificación corresponden a las magnitudes de funcionamiento seleccionadas.
5. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en la etapa de agregación (2) las frecuencias de transición son determinadas por una o varias magnitudes de funcionamiento clasificadas, siendo una frecuencia de transición (24) el número de cambios de una magnitud o varias magnitudes de funcionamiento de una clase (4) a otra clase (4), y determinándose en la etapa de caracterización (8) los puntos de referencia (16) del plan de ensayo (9) sobre la base de la frecuencia de aparición de las clases de funcionamiento (7) y de las clases de transición (24), definiéndose los puntos de referencia (16) en la etapa de caracterización (8) de tal manera que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo de los valores de especificación de las magnitudes de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo (9) y asignados a clases (4) según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento (3) de las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación clasificados según la regla de clasificación, y una desviación de las frecuencias de transición de ensayo para las magnitudes de especificación de las frecuencias de transición para las magnitudes de funcionamiento correspondientes a las magnitudes de especificación según el criterio de optimización especificados, siendo una frecuencia de transición de ensayo el número de cambios de una magnitud de especificación o varias magnitudes de especificación de una clase (4) a otra clase (4).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que en la etapa de caracterización (8), los puntos de referencia (16) del plan de ensayo (9) son determinados por medio de un proceso de cadenas de Márkov sobre la base de las frecuencias de clases de funcionamiento (7) y de las frecuencias de transición (24).
7. Procedimiento (1) según la reivindicación 5, caracterizado por que en la etapa de determinación (8), los puntos de referencia (16) de un plan de ensayo inicial (25) son determinados por medio de un proceso de cadenas de Márkov sobre la base de las frecuencias de clases de funcionamiento (7) y de las frecuencias de transición (24).
8. Procedimiento (1) según la reivindicación 7, caracterizado por que en la etapa de determinación (8) inmediatamente después de la definición del plan de ensayo inicial (25), el plan de ensayo inicial (25) es dividido por medio de un procedimiento de segmentación en segmentos de plan de ensayo inicial (27) mono- o multidimensionales.
9. Procedimiento (1) según la reivindicación 8, caracterizado por que para la segmentación de por lo menos una magnitud de especificación inicial (26) del plan de ensayo inicial (25), se predefine por lo menos un valor de estado (28), y por que los segmentos del plan de ensayo inicial (27) son generados de tal manera que cada primer y último valor de especificación inicial de cada magnitud de especificación inicial (26), para la cual se ha predefinido por lo menos un valor da estado (28), comprende el valor de estado respectivo (28).
10. Procedimiento (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que para la segmentación de por lo menos dos magnitudes de especificación iniciales (26) del plan de ensayo inicial (25), se predefinen para cada una de las

magnitudes por lo menos un valor de estado (28) y por que los segmentos del plan de ensayo inicial (27) son generados de tal manera que cada primer y último valor de especificación inicial de cada magnitud de especificación inicial (26), para la cual se ha predefinido por lo menos un valor de estado (28), comprende el valor de estado (28) respectivo.

- 5
11. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que los segmentos del plan de ensayo (27) son generados a continuación mediante un procedimiento aleatorio hasta formar el plan de ensayo (9) de tal modo que el criterio de optimización es minimizado.
- 10
12. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que subsecuentemente, a partir de los segmentos del plan de ensayo inicial (27), son generados numerosos planes de ensayo candidatos con, por lo menos, un procedimiento aleatorio y por que subsecuentemente, los planes de ensayo candidatos son evaluados con respecto al criterio de optimización, y por que el plan de ensayo candidato que minimiza el criterio de optimización es seleccionado como plan de ensayo (9).
- 15
13. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que en una etapa de análisis de ensayos antiguos se determinan, sobre la base de planes de ensayo antiguos (15), valores de funcionamiento de ensayos antiguos de magnitudes de funcionamiento de ensayos antiguos, constituyendo las magnitudes de funcionamiento de ensayos antiguos los valores de funcionamiento (3) y siendo asignados según las reglas de clasificación a clases (4), y determinándose en la etapa de caracterización (8) los puntos de referencia (16) a partir de las secciones (17) de los planes de ensayo antiguos (15), seleccionándose las secciones (17) de tal manera que quede minimizada una desviación de una frecuencia relativa de clases de ensayo de los valores de especificación determinados sobre la base del plan de ensayo (9) y asignados a clases (4) según la regla de clasificación, de una frecuencia relativa de clases de funcionamiento de los valores de funcionamiento de ensayo antiguos clasificados según la regla de clasificación, según un criterio de optimización especificado.
- 20
14. Procedimiento (1) según reivindicación 13, caracterizado por que los valores de funcionamiento antiguos son determinados en una máquina de ensayo antigua similar a la máquina de ensayo actual.
- 25
- 30
15. Procedimiento (1) según reivindicación 13 o reivindicación 14, caracterizado por que los valores de funcionamiento antiguos son determinados por técnicas de medición.
- 35
16. Procedimiento (1) según reivindicación 13 o reivindicación 14, caracterizado por que los valores de funcionamiento antiguos son determinados por medio de un modelo matemático de la máquina de ensayo o de la máquina de ensayo antigua.
17. Procedimiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los valores de especificación son determinados por medio de un modelo matemático de la máquina de ensayo.

FIG 1



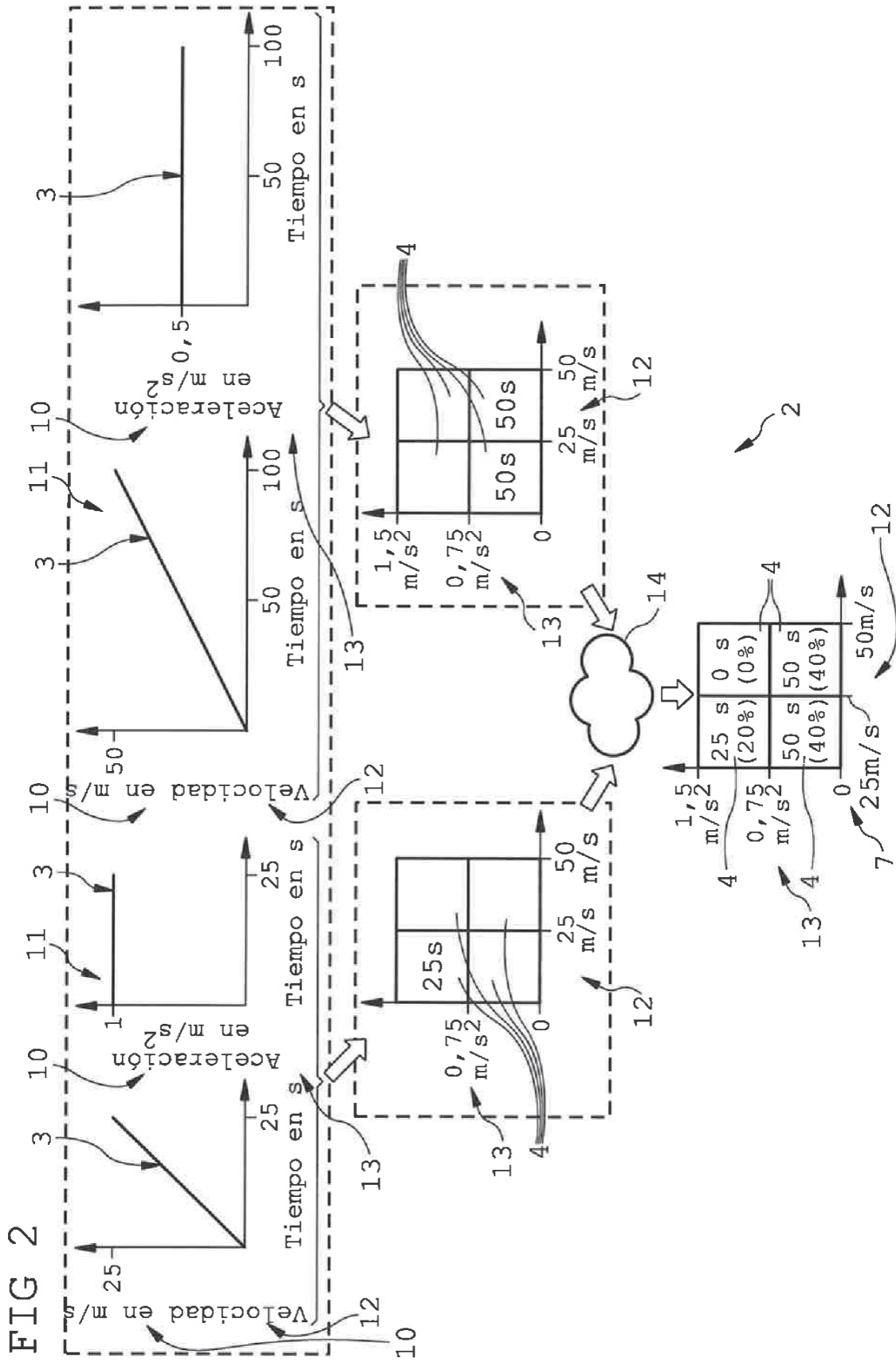


FIG 3

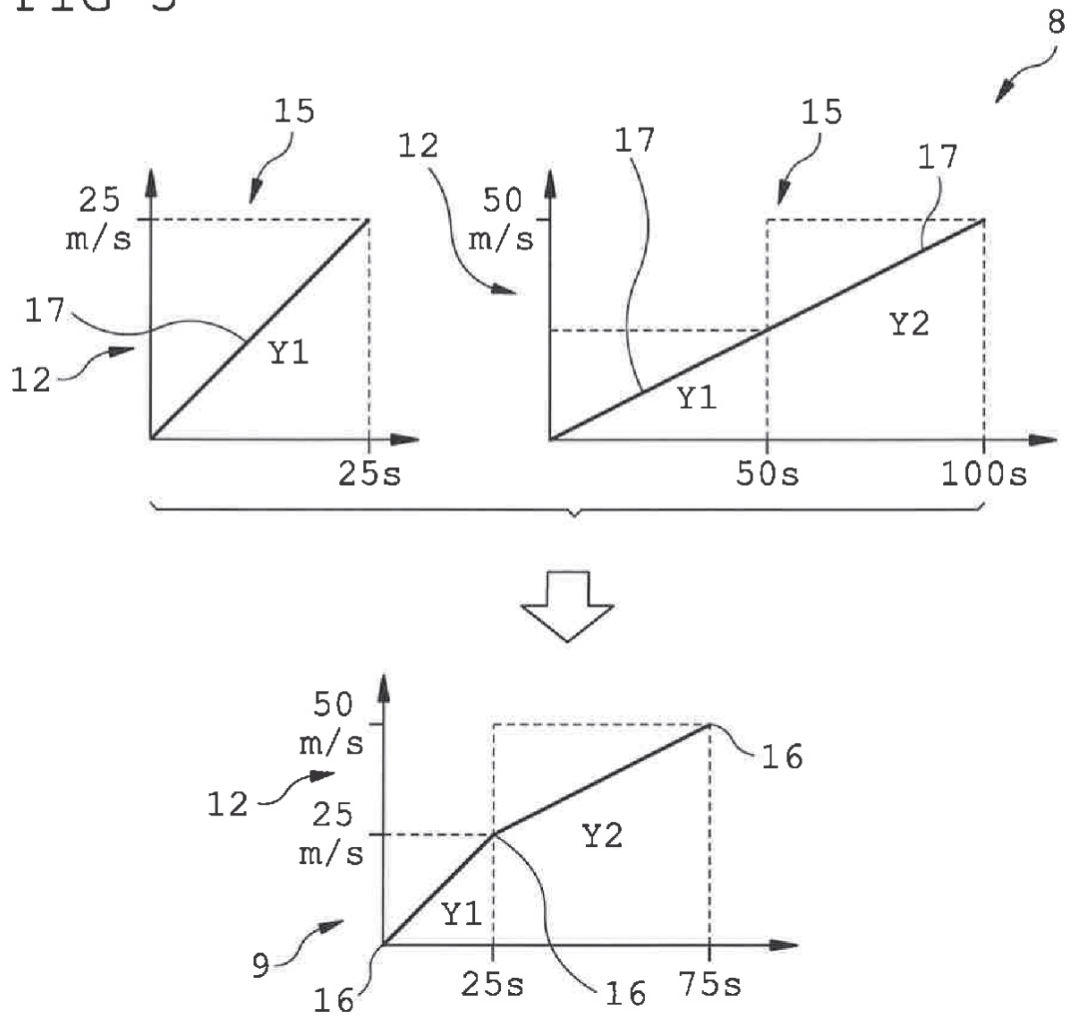


FIG 4

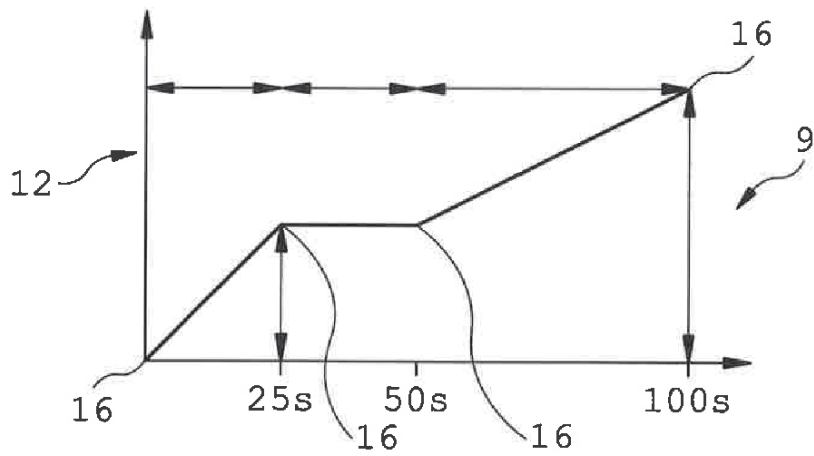
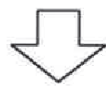
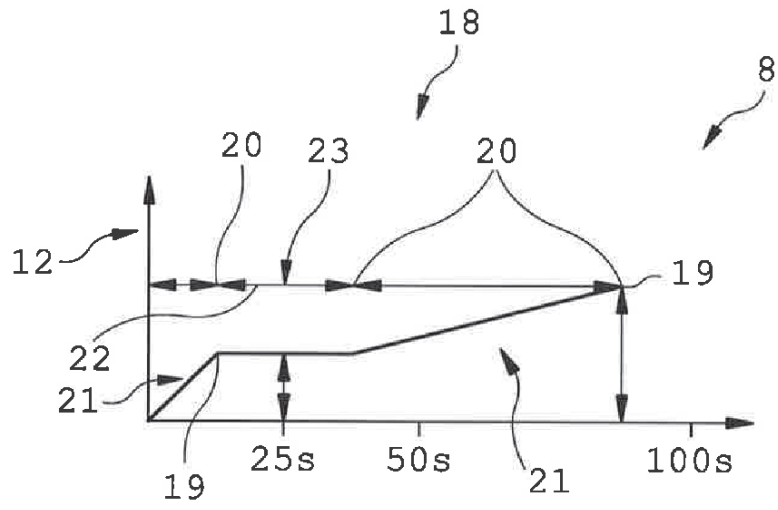


FIG 5

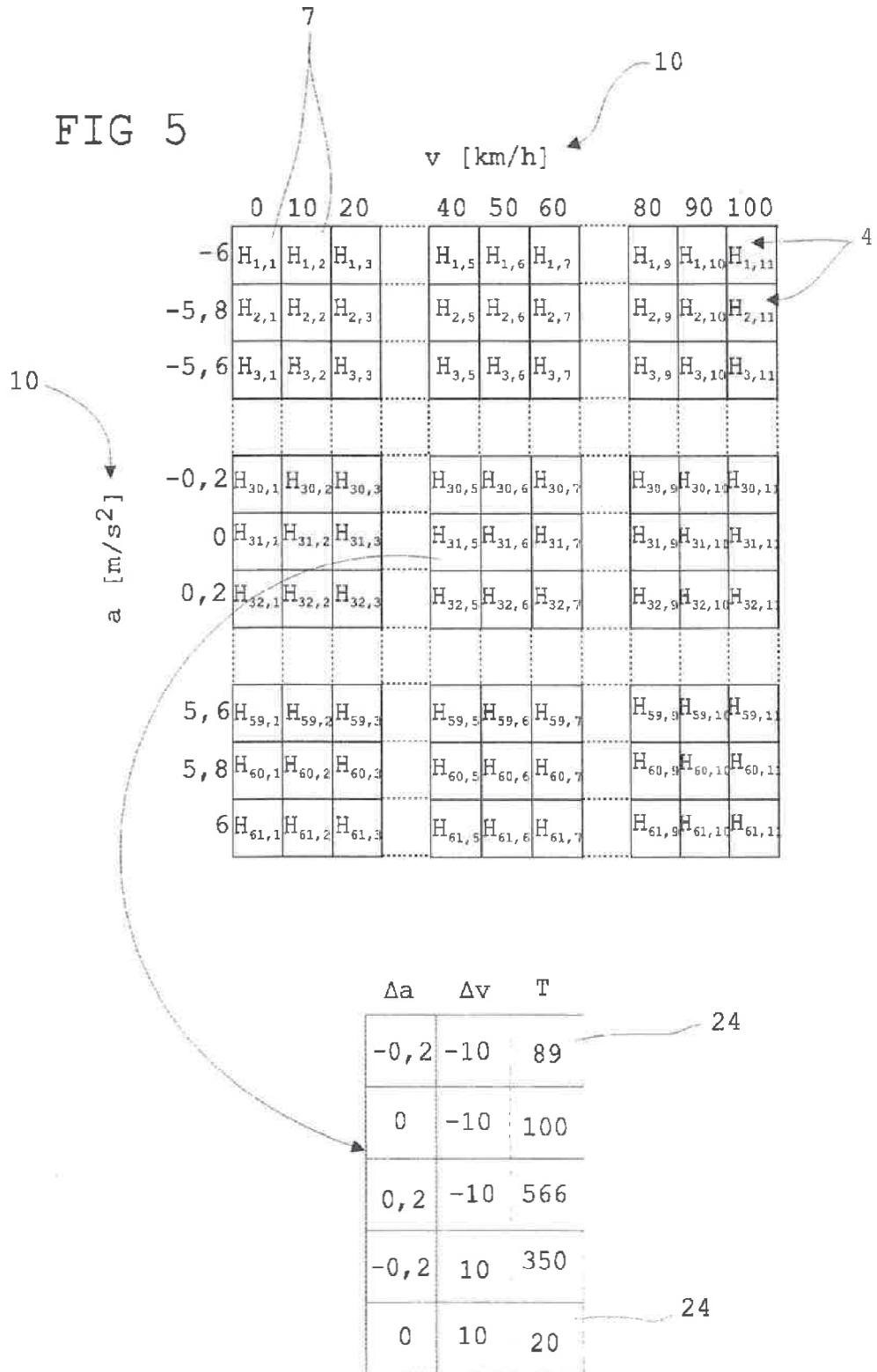


FIG 6

